

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

57454-237  
OZAKI et al.  
Sept. 19 2001  
McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2000年 9月19日

出願番号  
Application Number:

特願2000-283487

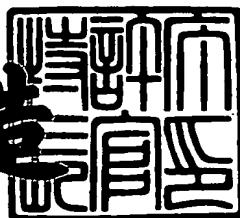
出願人  
Applicant(s):

エヌティエヌ株式会社

2001年 8月 3日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3069769

【書類名】 特許願

【整理番号】 1001329

【提出日】 平成12年 9月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 3/036

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県磐田市東貝塚1578番地 エヌティエヌ株式会社内

【氏名】 尾崎 孝美

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県磐田市東貝塚1578番地 エヌティエヌ株式会社内

【氏名】 徳永 寛哲

【特許出願人】

【識別番号】 000102692

【住所又は居所】 大阪市西区京町堀1丁目3番17号

【氏名又は名称】 エヌティエヌ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100091395

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 博由

【選任した代理人】

【識別番号】 100091409

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 英彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エキシマレーザガス循環用ファン装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ファンが取付けられる回転軸と、  
前記回転軸を非接触支持する磁気軸受とを備え、  
前記回転軸は、オーステナイト系ステンレス部と、該オーステナイト系ステン  
レス部の表面上であって前記磁気軸受の電磁石と対向する位置に固着される磁性  
体部とを含む、エキシマレーザガス循環用ファン装置。

【請求項2】 前記磁性体部を固着した状態で前記回転軸を300°C以上の  
温度下で焼鈍する、請求項1に記載のエキシマレーザガス循環用ファン装置。

【請求項3】 前記回転軸に、 $(\%Ni + 30 \times \%C + 0.5 \times \%Mn)$  で  
与えられるNi当量値が16以上であり、かつ $(\%Cr + \%Mo + 1.5 \times \%Si + 0.5 \times \%Nb)$  で与えられるCr当量値が18以上である材質を使用する  
、請求項1または請求項2に記載のエキシマレーザガス循環用ファン装置。

【請求項4】 前記回転軸におけるNi成分量が、 $\%Ni = (\%Cr + 1.5 \times \%Mo - 20)^2 / 12 - (\%Mn / 2) - 35 \times \%C + 15$  で計算される  
 $\%Ni$ よりも多い、請求項3に記載のエキシマレーザガス循環用ファン装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はエキシマレーザガス循環用貫流ファン装置の構造に関し、より特定的  
には、当該ファン装置における回転軸の構造に関する。

【0002】

【従来の技術】

エキシマレーザガス循環用貫流ファン装置には、低振動特性および耐久性が要  
求される。これに対応するため、このファン装置に使用する軸受には、非接触支  
持でメンテナンスフリーが実現できる磁気軸受が検討されている。

【0003】

たとえば特開平11-87810号公報や特開平11-303793号公報に

、磁気軸受の採用例が紹介されている。これらの文献には、2個のラジアル磁気軸受と2個のアキシャル磁気軸受によって回転軸を非接触支持し、かつ回転軸に固着したモータロータをステータ側のモータステータによって回転駆動する構成が開示されている。

## 【0004】

図4に、前述した特許出願と異なる構造をもつレーザガス循環用貫流ファン装置およびその周辺部を示す。図4に示すように、ファン3はチャンバ1内に設置され、チャンバ1内にはレーザガスが封入されている。ファン3は回転軸2に取付けられ、チャンバ1内で回転する。

## 【0005】

回転軸2を支持する磁気軸受は、チャンバ1の両側に配置される。チャンバ1の左側には、ラジアル電磁石4と位置センサ6などで構成されるラジアル磁気軸受5と、アキシャル磁気軸受の一部であるアキシャル電磁石16および位置センサ17と、モータステータ8とモータロータ9などで構成されるモータ7と、回転軸2を保護するために配されラジアル方向およびアキシャル方向に支持できる保護軸受10とが設けられている。

## 【0006】

チャンバ1の右側には、ラジアル電磁石11と位置センサ12などで構成されるラジアル磁気軸受13と、アキシャル磁気軸受の一部であるステータ側の永久磁石14と回転軸側の磁性体とで構成した吸引機構と、ラジアル方向のみの支持が可能な保護軸受15とが設けられている。

## 【0007】

このようにアキシャル磁気軸受制御に永久磁石14の吸引力とアキシャル電磁石16の吸引力との釣り合いを利用し、1個のアキシャル電磁石を省略することで、装置をコンパクト化できる。また、アキシャル電磁石コイルを駆動するためのパワー回路も不要となり、コストダウンが図れるというメリットがある。

## 【0008】

ここで、保護軸受10、モータステータ8およびラジアル電磁石4はほぼ同軸となるように調整される。保護軸受10の内径とそれに対向する回転軸2との隙

間は、モータステータ8およびラジアル電磁石4の内径とそれらに対向する回転軸2との隙間の最小寸法よりもわずかに小さく設定され、回転軸2とモータステータ8および各電磁石との接触を防いでいる。

## 【0009】

同様に、保護軸受15とラジアル電磁石11もほぼ同軸となるように調整される。保護軸受15の内径とそれに対向する回転軸2との間の隙間は、ラジアル電磁石11の内径とそれに対向する回転軸2との隙間よりもわずかに小さく設定され、回転軸2とラジアル電磁石11との接触を防いでいる。

## 【0010】

各位置センサにより回転軸2の位置を検出し、各位置センサ出力と指令値とを比較演算した信号が制御回路で位相補償され、パワーアンプで電流増幅され、各磁気軸受の電磁石のコイルに所定の電流を流す。それにより、磁気軸受制御を行なう。

## 【0011】

## 【発明が解決しようとする課題】

図4に示すように、ファン3の長さが長いので、回転軸2も長くなり、回転軸2の曲げ固有振動数が低くなる。そのため、磁気軸受の制御安定性の確保が困難となる。また、電磁石4, 11, 16と対向する回転軸2には透磁率の高い磁性体が使用されるが、回転軸2自体を磁性体で構成した場合、コストが高くなるという問題、さらに透磁率の高い磁性体は弾性係数が低いため回転軸2の曲げ固有振動数が低くなるという問題があった。

## 【0012】

さらに、回転軸2が長いことから、たとえば回転軸2の組付け時に曲げ等の過大な応力が加わったり、組立作業時に誤って回転軸2に打ち傷等をつけてしまったり、回転動作中に磁気軸受支持容量を越える過大な外乱が急に回転軸2に加わり回転軸2が保護軸受10, 15に衝突して変形する可能性がある。さらに、回転軸2自体の製作工程において、切削および研削時に材料表層に塑性変形が発生する等、回転軸2には種々の変形要因がある。

## 【0013】

この回転軸2をオーステナイト系ステンレスで構成した場合、上記のようなわずかな塑性変形により誘起マルテンサイト変態が起こり、回転軸2の主組織であるオーステナイト内にマルテンサイトが点在することになる。

【0014】

オーステナイトからマルテンサイトへの組織変化により正の体積変化があるので、回転軸2が曲がってしまう。回転軸2の温度が上昇した場合には、オーステナイトとマルテンサイトとの熱膨張差より、回転軸2がさらに曲がってしまう。

【0015】

回転軸2が曲がった場合には、回転時のファン3の振動が大きくなり、微細加工用に利用されるエキシマレーザ装置の性能劣化を引起すという問題があった。

【0016】

本発明は上記の課題を解決するためになされたものである。本発明の目的は、磁気軸受の制御安定性確保を容易とし、かつ回転軸2が曲がるのを抑制することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るエキシマレーザガス循環用ファン装置は、ファンが取付けられる回転軸と、回転軸を非接触支持する磁気軸受とを備え、回転軸は、オーステナイト系ステンレス部と、該オーステナイト系ステンレス部の表面上であって磁気軸受の電磁石と対向する位置に固着される磁性体部とを含む。

【0018】

このように弾性係数の高いオーステナイト系ステンレスを回転軸の材質として主に用い、電磁石と対向する位置にのみ選択的に磁性体部を固着することにより、磁性体部は回転軸に対して付加質量ではなくばね系として作用する。それにより、図3に示すように、回転軸の曲げ固有振動数の低下を抑制することができる。

【0019】

磁性体部を固着した状態で回転軸を300°C以上の温度下で焼鈍することが好

ましい。それにより、回転軸の加工による応力および磁性体部の固着による応力を除去することができ、回転軸の曲がりを抑制することができる。

## 【0020】

回転軸に、 $(\%Ni + 30 \times \%C + 0.5 \times \%Mn)$  で与えられる Ni 当量値が 16 以上であり、かつ  $(\%Cr + \%Mo + 1.5 \times \%Si + 0.5 \times \%Nb)$  で与えられる Cr 当量値が 18 以上である材質を使用することが好ましい。さらに好ましくは、回転軸における Ni 成分量を、 $\%Ni = (\%Cr + 1.5 \times \%Mo - 20)^2 / 12 - (\%Mn / 2) - 3.5 \times \%C + 1.5$  で計算される %Ni よりも多くする。

## 【0021】

それにより、オーステナイト組織が安定し、誘起マルテンサイト変態を起こり難くすることができる。その結果、回転軸の曲がりを抑制することができる。

## 【0022】

## 【発明の実施の形態】

以下、図1および図2を用いて、本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明の1つの実施の形態におけるエキシマレーザガス循環用ファン装置の断面図である。なお、図3に示す従来例と同一構成には同一番号を付し、重複説明は極力省略する。

## 【0023】

図1に示すように、チャンバ1内に、回転軸2に取付けたファン3が設置される。回転軸2は、従来例と同様にラジアル磁気軸受5、13およびアキシャル磁気軸受により非接触支持される。また従来例と同様に保護軸受10、15が設けられる。

## 【0024】

図1に本発明の説明図を示す。本例ではモータ7の位置とラジアル磁気軸受5の位置とを従来例の場合と逆転させているが、本発明の意図はこのような構成に限らず、従来例で示した構成にも本発明を適用できる。

## 【0025】

また、回転軸2を主にオーステナイト系ステンレスSUS304で構成する。

そして、各電磁石4, 11, 16と対向する位置にパーマロイ等の透磁率の高い磁性体19を配置し、磁性体19をオーステナイト系ステンレスに固着している。固着方法としては、溶接、ロウ付等を挙げることができる。本実施の形態では、溶接部20を介して磁性体19をオーステナイト系ステンレスに固着している。

## 【0026】

なお、アキシャル磁気軸受の電磁石であるアキシャル電磁石16に対向する磁性体19は、装置組立性向上のため、固着していない。また、モータロータ9の固定にも、溶接等を使用できる。

## 【0027】

磁性体19を回転軸2に固着しているので、磁性体19は回転軸2に対して付加質量ではなくばね系として作用する。それにより、回転軸2の曲げ固有振動数の低下を抑制することができる。

## 【0028】

オーステナイト系ステンレスの加工性は良くないので、加工後に内部応力が残り得る。また、溶接等により発生した内部応力がその後開放されることにより、回転軸2が曲がる可能性がある。

## 【0029】

そこで、回転軸2の加工後もしくは溶接等の後に、焼なましを行ない、応力を除去する。焼なまし温度は高い方が良いが、300℃以上の温度下で焼鈍することが好ましい。それにより、応力を除去することができ、回転軸2の曲がりを抑制することができる。

## 【0030】

また、SUS304はオーステナイト組織が安定でなく、マルテンサイト変態しやすい。マルテンサイト変態した場合には、正の体積変化が生じ、回転軸2が曲がってしまう。

## 【0031】

そこで、オーステナイト系ステンレス材料に、オーステナイト組織の安定性の指標となるNi当量( $\%Ni + 30 \times \%C + 0.5 \times \%Mn$ )が16以上、フェ

ライト組織の安定性の指標となるCr当量 ( $\% \text{Cr} + \% \text{Mo} + 1.5 \times \% \text{Si} + 0.5 \times \% \text{Nb}$ ) が1.8以上である材質を使用する。

【0032】

図2に、ステンレス鋼の組織図（シェフラー線図）を示す。上述の材料を選定することにより、組織学上、内部にマルテンサイト組織がなく、回転軸2が曲がるのを抑制することができる。

【0033】

また、誘起マルテンサイト変態を起こし難いことも、回転軸2が曲がるのを抑制する上で重要である。

【0034】

そこで、C. B. Postが1947年にTASMに発表した、常温加工によってマルテンサイトを生じないための必要Ni量の考え方を導入し、成分を規制することもできる。

【0035】

すなわち、材料の成分量から以下に示す必要Ni成分量 ( $\% \text{Ni}$ ) を計算し、その計算した $\% \text{Ni}$ よりも $\text{Ni}$ 量が多い材料を使用することで、誘起マルテンサイト変態による回転軸2の曲がりを抑制することができる。

【0036】

$$\begin{aligned} \% \text{Ni} = & (\% \text{Cr} + 1.5 \times \% \text{Mo} - 20)^2 / 12 - (\% \text{Mn} / 2) - 35 \\ & \times \% \text{C} + 15 \end{aligned}$$

上述のように本発明の実施の形態について説明を行なったが、今回開示した実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

【0037】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、回転軸の曲げ固有振動数の低下を抑制することができるとともに、回転軸自体の経時的な曲がりをも抑制することができる。それにより、磁気軸受の制御安定性を向上することができるのみならず、

回転軸を長期に亘って使用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るエキシマレーザガス循環用ファン装置の断面図である。

【図2】 ステンレス鋼の組織図（シェフラー線図）である。

【図3】 回転軸の種類による曲げ固有振動数の変化を示す図である。

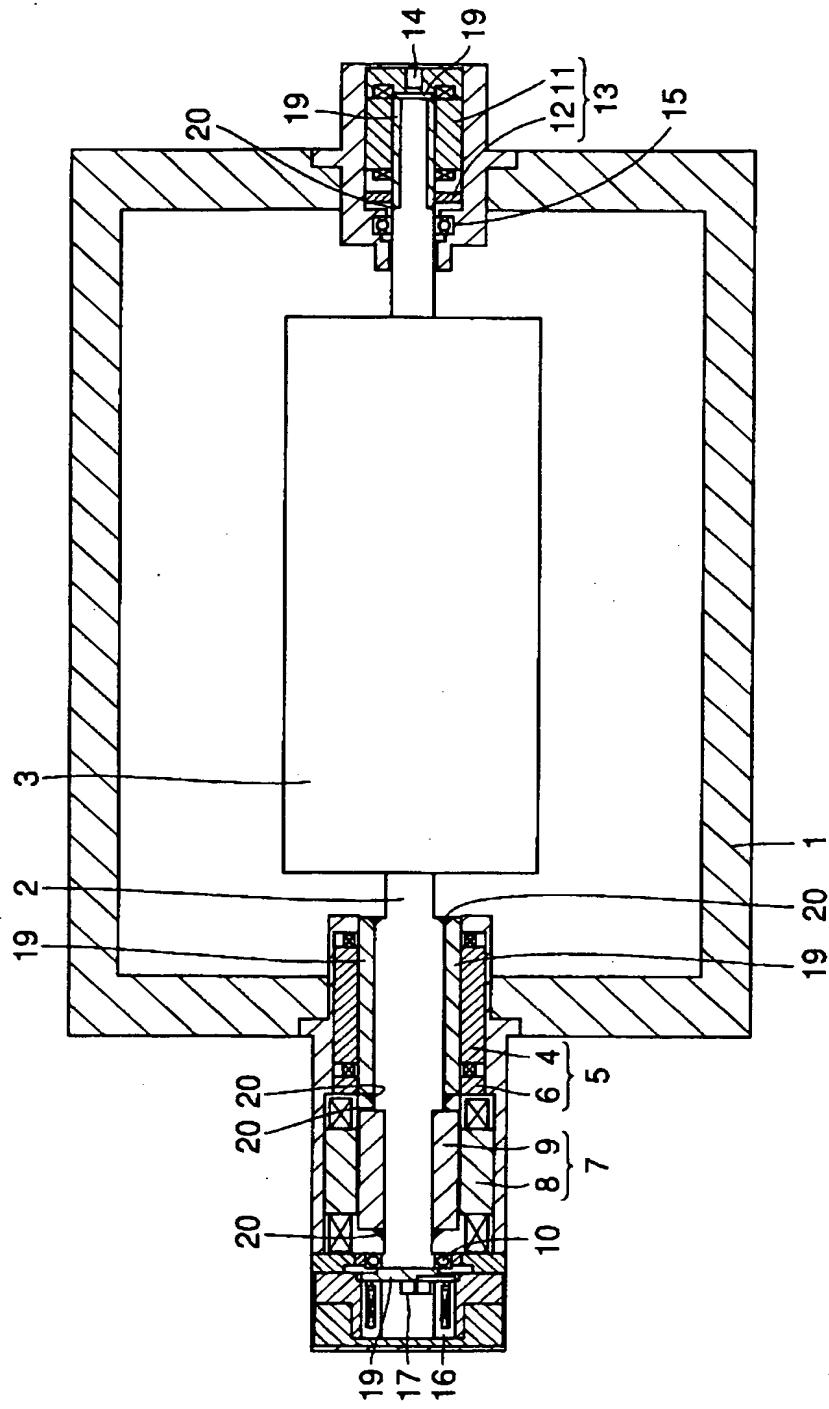
【図4】 従来のエキシマレーザガス循環用ファン装置の断面図である。

【符号の説明】

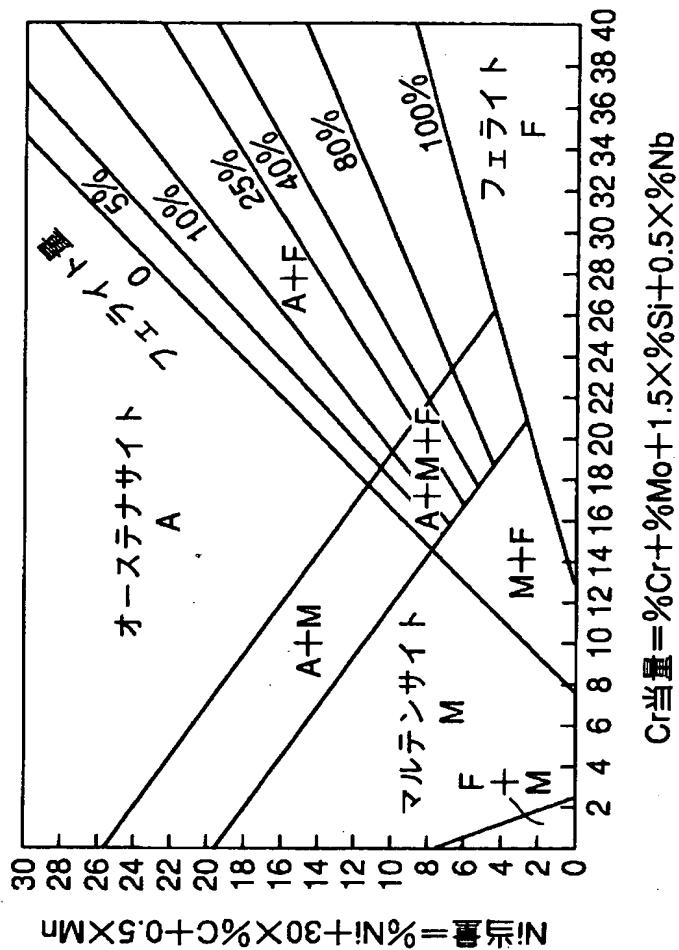
1 チャンバ、2 回転軸、3 ファン、4, 11 ラジアル電磁石、5, 1  
3 ラジアル磁気軸受、6, 12, 17 位置センサ、7 モータ、8 モータ  
ステータ、9 モータロータ、10, 15 保護軸受、14 永久磁石、16  
アキシアル電磁石、19 磁性体、20 溶接部。

【書類名】 図面

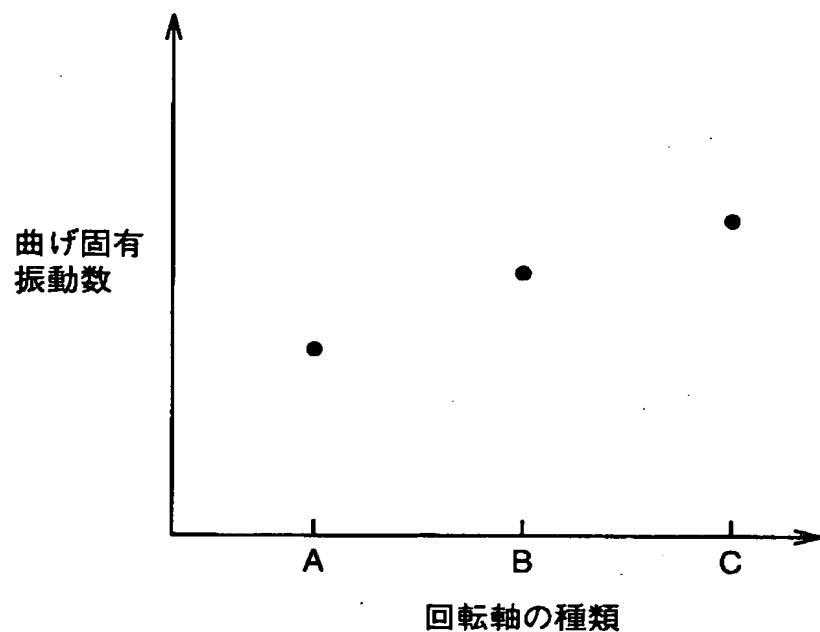
【図1】



【図2】

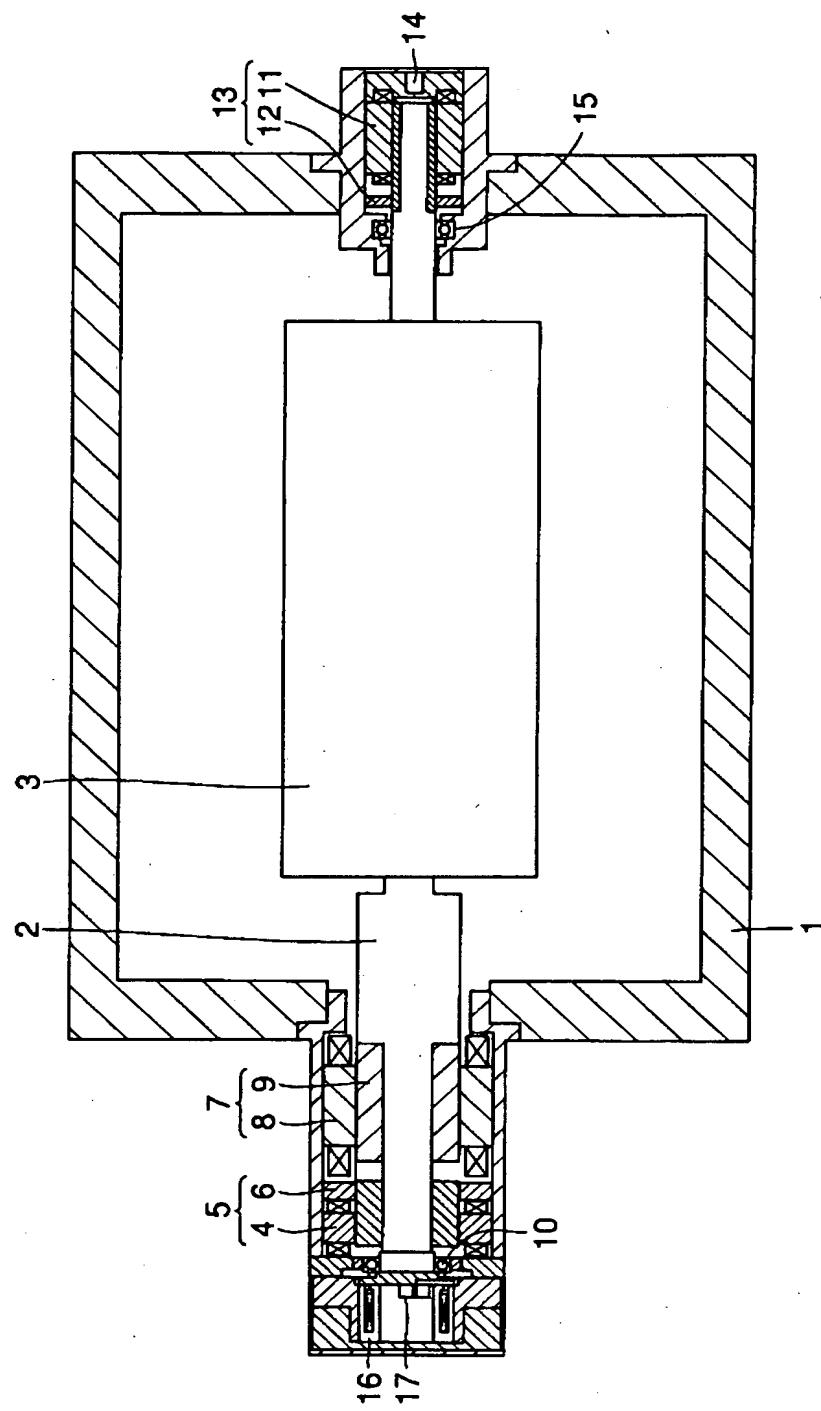


【図3】



- A : 磁性体を圧入により固定した場合
- B : 磁性体の一部を溶接により固着した場合
- C : 磁性体の全てを溶接により固着した場合

【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エキシマレーザガス循環用ファン装置における回転軸の曲げ固有振動数の低下を抑制するとともに、回転軸自体の経時的な曲がりをも抑制する。

【解決手段】 エキシマレーザガス循環用ファン装置は、ファン3が取付けられる回転軸2と、回転軸2を非接触支持するラジアル磁気軸受5、13およびアキシャル磁気軸受とを備え、回転軸2は、オーステナイト系ステンレス部と、該オーステナイト系ステンレス部の表面上であって上記磁気軸受の電磁石4、11と対向する位置に固着される透磁率の高い磁性体19とを含む。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000102692]

1. 変更年月日 1990年 8月23日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号  
氏 名 エヌティエヌ株式会社